

PAT-NO: JP405090641A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 05090641 A
TITLE: SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING ELEMENT
PUBN-DATE: April 9, 1993

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
WATANABE, HIDEAKI

ASSIGNEE-INFORMATION:
NAME COUNTRY
OMRON CORP N/A

APPL-NO: JP03274702
APPL-DATE: September 25, 1991

INT-CL (IPC): H01L033/00, H01S003/18
US-CL-CURRENT: 257/13, 257/94 , 257/103

ABSTRACT:

PURPOSE: To facilitate the control of a diffusion depth in the impurity diffusion process for making a current passage area in a current checking layer in an light emitting element which has current narrowing structure.

CONSTITUTION: An n-AlGaAs lower clad layer 3, a p-AlGaAs active layer 4, an p-AlGaAs upper clad layer 5, an n-InGaP current block layer 6, and a p-AlGaAs cap layer 7 are grown in order on an n-GaAs substrate 2. Then, Zn is diffused from the cap layer 7 to the upper clad layer 5 by Zn diffusion process so as to form a p-Zn diffusion area (current pass area) 8. Hereupon, since the diffusion speed differs by four to twelve times between InGaP and AlGaAs, when the diffusion advances from the current block layer 6 to the upper clad layer 5, the diffusion speed drops to a quarter to one-twelveth, so the diffusion depth can be controlled easily.

COPYRIGHT: (C)1993, JPO&Japio

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-90641

(43)公開日 平成5年(1993)4月9日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 L 33/00

H 0 1 S 3/18

識別記号

A 8934-4M

9170-4M

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-274702

(22)出願日 平成3年(1991)9月25日

(71)出願人 000002945

オムロン株式会社

京都府京都市右京区花園土堂町10番地

(72)発明者 渡辺 秀明

京都市右京区花園土堂町10番地 オムロン株式会社内

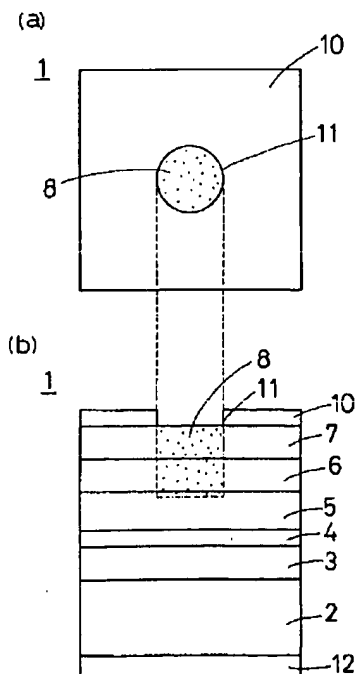
(74)代理人 弁理士 中野 雅房

(54)【発明の名称】 半導体発光素子

(57)【要約】

【目的】 電流狭窄構造を有する発光素子において電流阻止層に電流通路領域を形成するための不純物拡散工程で、拡散深さの制御を容易にする。

【構成】 n-GaAs基板2の上にn-AlGaAs下部クラッド層3、p-AlGaAs活性層4、p-AlGaAs上部クラッド層5、n-InGaP電流ブロック層6、p-AlGaAsキャップ層7を順次成長させる。この後、Zn拡散工程によりキャップ層7から上部クラッド層5までZnを拡散させ、p-Zn拡散領域(電流通路領域)8を形成する。ここで、InGaPとAlGaAsでは拡散スピードが4~12倍異なるため、電流ブロック層6から上部クラッド層5へ拡散が進むと、拡散スピードが1/4~1/12に低下するので、拡散深さを容易に制御できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 $Al_xGa_{1-x}As$ ($0 \leq x \leq 1$) 活性層の上方に第1導電型の $AlGaAs$ 半導体層と第2導電型の $InGaP$ 半導体層を順次形成し、当該両半導体層によって pn 接合電流阻止層を形成し、この $InGaP$ 半導体層の一部に拡散によって第1導電型の電流通路領域を形成したことを特徴とする半導体発光素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は半導体発光素子に関する。具体的にいうと、本発明は、 $AlGaAs$ 系の発光ダイオードや半導体レーザ素子等の半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 本願の出願人は、既に電流狭窄構造の半導体発光素子に関し、特許願平成3年第189214号として特許出願している。

【0003】 図4は上記先願特許出願において開示されている上面出射型の $AlGaAs$ 系発光ダイオード(LED)を示す平面図及び断面図である。

【0004】 この半導体発光素子51は、 $n-GaAs$ 基板52の上に $n-AlGaAs$ 下部クラッド層53、 $p-AlGaAs$ 活性層54、 $p-AlGaAs$ 上部クラッド層55、 $p-AlGaAs$ 拡散ストップ層56、 $n-AlGaAs$ 電流ブロック層57、 $p-AlGaAs$ キャップ層58を順次成長させて $pnpn$ 構造を形成した後、 Zn 拡散工程により $p-AlGaAs$ キャップ層58の上中央部から所望の発光径で $p-AlGaAs$ 拡散ストップ層56まで Zn を拡散させ、 $p-Zn$ 拡散領域(電流通路領域)59を形成している。さらに、キャップ層58の上面に p 側電極60を設け、 $n-GaAs$ 基板52の下面に n 側電極61を設けている。

【0005】 しかし、電流ブロック層57と拡散ストップ層56とによって逆バイアスの pn 接合電流阻止層が形成されており、 $p-Zn$ 拡散領域59によって電流ブロック層57の一部を p 型に反転させてあり、 $p-Zn$ 拡散領域59にのみ電流の流れる電流狭窄構造が実現されている。

【0006】 この半導体発光素子51においては、 $p-Zn$ 拡散領域59が確実に電流ブロック層57を抜け、かつ、 $p-Zn$ 拡散領域59が活性層54に達することのないよう、拡散ストップ層56と上部クラッド層55との拡散スピードの差を利用して Zn の拡散スピードを制御している。すなわち、 Al 組成比 x の $Al_xGa_{1-x}As$ は、図5に示すように、 Al 組成比 x が増加するほど Zn の拡散スピード(正確にいうと、拡散深さ X_j と拡散時間 t の平方根との比であって、拡散係数 D の平方根に比例する。)が大きくなる。そこで、電流ブロック層57の Al 組成比 x を比較的大きくし、上部クラッド層55の Al 組成比 x を電流ブロック層57の Al 組成

比 x よりも小さくし、拡散ストップ層56の Al 組成比 x を上部クラッド層55の Al 組成比 x よりも一層小さくすることによって、電流ブロック層57と拡散ストップ層56との拡散スピードの比を電流ブロック層57と上部クラッド層55との拡散スピードの比よりも大きくし、拡散処理を容易にしている。すなわち、 Zn は電流ブロック層57を速やかに拡散し、拡散ストップ層56に達すると急激に拡散スピードが低下するので、 Zn が活性層54に達するのを防止できる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような半導体発光素子にあっては、拡散ストップ層の Al 組成比 x は活性層の Al 組成比 x よりも大きく、かつ、上部クラッド層の Al 組成比 x よりも小さくしなければならぬので、拡散ストップ層の Al 組成比 x にも下限があり、電流ブロック層と拡散ストップ層の拡散スピードの比は最大3倍程度にしかならなかった。

【0008】 特に、可視系(発光波長700nm以下)の発光素子の場合には、活性層の Al 組成比 x は0.3以上必要で、上部クラッド層の Al 組成比 x は0.7程度であるため、拡散スピードの比は2倍程度しか得られず、拡散深さの制御に限界があった。

【0009】 また、拡散ストップ層を必要とするので、余分に結晶成長の手間がかかるという問題があった。

【0010】 本発明は叙上の従来例の欠点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、電流狭窄構造における電流阻止層に電流通路領域を形成するための不純物拡散工程において、拡散深さの制御を容易にすることにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明による半導体発光素子は、 $Al_xGa_{1-x}As$ ($0 \leq x \leq 1$) 活性層の上方に第1導電型の $AlGaAs$ 半導体層と第2導電型の $InGaP$ 半導体層を順次形成し、当該両半導体層によって pn 接合電流阻止層を形成し、この $InGaP$ 半導体層の一部に拡散によって第1導電型の電流通路領域を形成したことを特徴としている。

【0012】

【作用】 $InGaP$ は $AlGaAs$ に比べて Zn 等の拡散スピードが高いため、電流ブロック層を $InGaP$ によって形成すれば、拡散ストップ層を用いることなく、電流ブロック層とその下の半導体層(例えば、上部クラッド層)との拡散スピードの比を、従来例における電流ブロック層と拡散ストップ層との比よりも大きくすることができる。

【0013】 従って、電流通路領域を形成するために不純物を拡散させる際の拡散深さを精密に制御することができる。

【0014】 しかも、拡散ストップ層が不要になるので、半導体層を少なくとも1層減少させることができ、

結晶成長工程を簡略化することができる。

【0015】

【実施例】図1は本発明の一実施例による上面出射型の半導体発光素子1を示す平面図及び断面図で、図2(a)(b)(c)(d)はその製造方法を示す断面図である。以下、この半導体発光素子1を製造手順に従って説明する。

【0016】まず、図2(a)に示すように、 n -GaAs基板2の上に、例えばMOCVD (metal-organic CVD) 法により、 n -AlGaAs下部クラッド層3、 p -AlGaAs活性層4、 p -AlGaAs上部クラッド層5、 n -InGaP電流ブロック層6、 p -AlGaAsキャップ層7を順次成長させる。こうして $pnpn$ 構造が得られる。つぎに、 p -AlGaAsキャップ層の任意の位置、例えば中央部に塗布性の拡散剤(OCD)を用いて、または石英管内でのZn拡散工程により、所望の発光径で p -AlGaAs上部クラッド層5までZnを拡散させ、図2(b)に示すように、 p -Zn拡散領域(電流通路領域)8を形成する。

【0017】図3は拡散温度616℃における $Al_{1-x}Ga_xAs$ (Al 組成比 $x=0.05, 0.3, 0.7$)と $In_yGa_{1-y}P$ ($AlGaAs$ の上で格子整合を取るため、 In 組成比 y は約0.5ぐらいとしてある。)の平均拡散時間 t の平方根と拡散深さ X_j との関係を示す図である。616℃で1時間拡散を行なうと、 $InGaP$ では約7 μm 拡散するが、 Al 組成比 $x=0.3, 0.7$ の $AlGaAs$ ではそれぞれ0.6 $\mu m, 1.6\mu m$ しか拡散せず、 $InGaP$ と $AlGaAs$ では拡散スピードが4~12倍異なる。すなわち、電流ブロック層6から上部クラッド層5へ拡散が進むと、拡散スピードが1/4~1/12に低下するので、 $AlGaAs$ 系発光素子のあらゆる発光波長(600~880nm)において拡散深さを再現性よく制御することができ、特性ばらつきの小さい発光素子を製作できる。

【0018】この後、図2(c)に示すように、フォトリソグラフィ工程により、 p -Zn拡散領域8上にのみAZレジストによるマスク9を形成し、 p -AlGaAsキャップ層7の上面全体に p 側電極10を蒸着させ、リフトオフ法によりマスク9を除去することにより光を取り出すためのウインドウ部11を p 側電極10に形成する。こうしてウインドウ部11を除き、 p 側電極10はその全面において p -AlGaAsキャップ層7とオーミック接触することになる。最後に、 n -AlGaAs基板2の下面全体に蒸着等によって n 側電極12を形成し、図2(d)に示すような上面出射型の発光素子1を完成する。

【0019】こうして n -InGaP電流ブロック層6の一部領域が p 型に反転し、 p -AlGaAsキャップ層7及び n -InGaP電流ブロック層6を貫通して p -Zn拡散領域8が形成される。しかして、 n -InGaP電流ブロック層6と p -AlGaAs上部クラッド層5とによって p n 接合電流阻止層が形成されており、その境界面は素子に順バイアスがかけられた時に逆バイアスとなるので、 p -Zn拡散領域8にのみ電流が流れる電流狭窄構造となっている。

【0020】なお、本発明を実施できる発光素子には発光ダイオードや半導体レーザ素子等があり、上面出射型の発光素子に限らず端面出射型の発光素子にも実施できることはもちろんである。また、拡散領域及びウインドウ部の形状は円形に限らず、任意の形状が可能である。さらに、本発明はInGaP電流ブロック層の下面にAlGaAs拡散ストップ層を設けることを妨げるものでなく、拡散ストップを設ければ、より一層拡散スピードの比が大きくなり、拡散処理の制御が一層容易になる。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、InGaP電流ブロック層とその下の半導体層(例えば、上部クラッド層)との拡散スピードの比を大きくすることができ、電流通路領域を形成するために不純物を拡散させる際の拡散深さを精密に制御することができ、電流通路領域を容易に形成できる。この結果、特性ばらつきの小さな発光素子を製作可能になる。

【0022】しかも、拡散ストップ層が不要になるので、半導体層を少なくとも1層減少させることができ、結晶成長工程を簡略化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)(b)は本発明の一実施例による半導体発光素子1を示す平面図及び断面図である。

【図2】(a)(b)(c)(d)は同上の製造方法を示す断面図である。

【図3】AlGaAsとInGaPにおける拡散時間と拡散深さとの関係を示す図である。

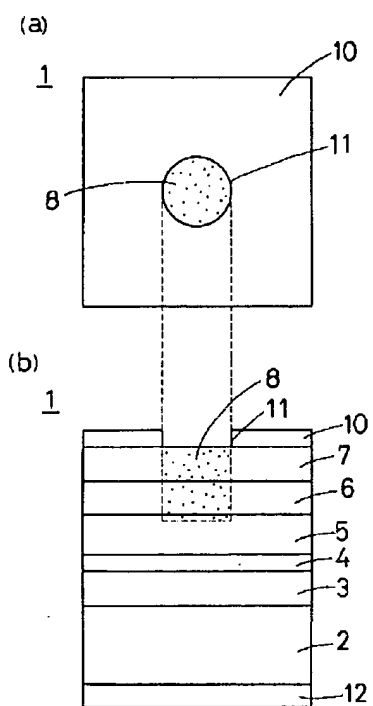
【図4】(a)(b)は先願にかかるAlGaAs系の半導体発光素子1を示す平面図及び断面図である。

【図5】 $Al_{1-x}Ga_xAs$ における Al 組成比 x と拡散スピードとの関係を示す図である。

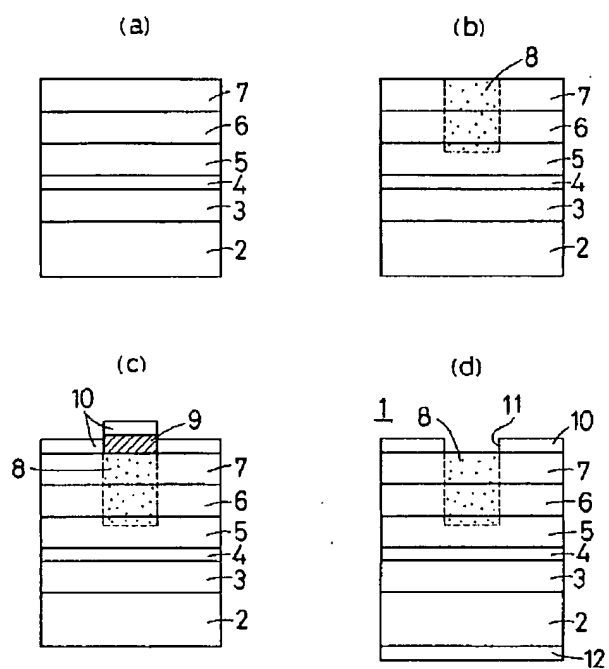
【符号の説明】

- 4 p -AlGaAs活性層
- 5 p -AlGaAs上部クラッド層
- 6 n -InGaP電流ブロック層
- 8 p -Zn拡散領域

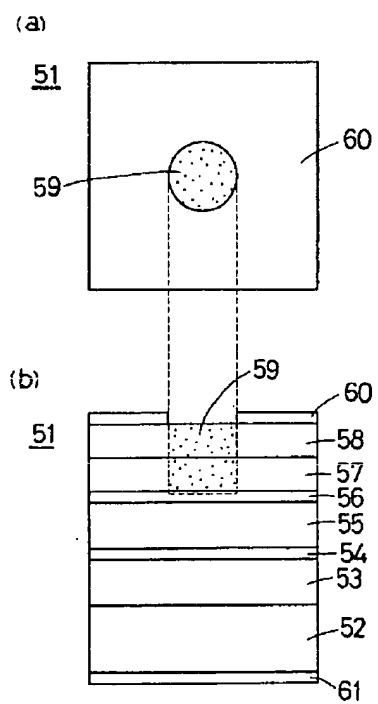
【図1】



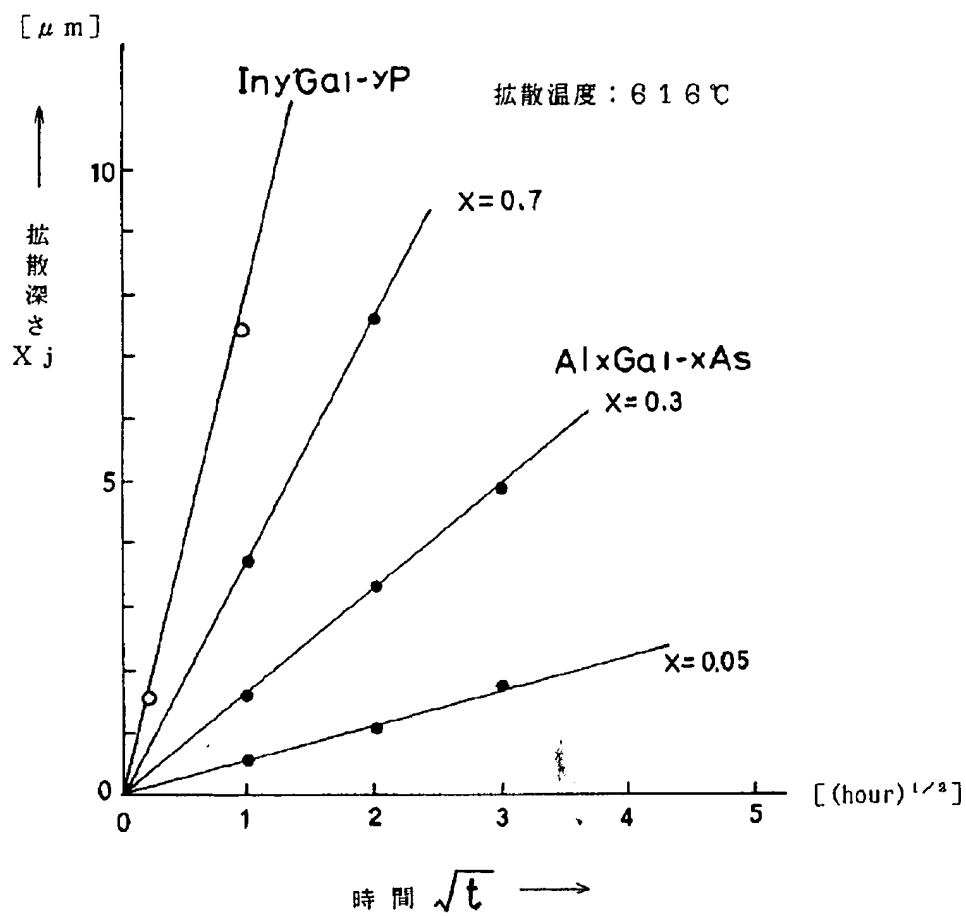
【図2】



【図4】



【図3】



【図5】

